

Full Paper

PENGARUH KONSENTRASI GELATIN IKAN SEBAGAI BAHAN PENGIKAT TERHADAP KUALITAS DAN PENERIMAAN SIRUP

EFFECT OF FISH GELATINE CONCENTRATIONS AS BINDERS ON THE QUALITY AND ACCEPTABILITY OF SYRUPS

Diah Lestari Ayudiarti^{*)}, Suryanti^{*)}, Tazwir^{*)}, Rosmawaty Paranginangin^{*)}

Abstract

The purpose of this research was to observe the effect of fish gelatin compared to commercial gelatin as a binder on the quality of syrup. The concentrations of gelatin added to syrup were 4, 6, 8 and 10%. The moisture content, ash content, protein content, viscosity, and microbiology test of final products were analyzed. Meanwhile, the organoleptic test was observed only for the syrup added with fish gelatin. The result showed that gelatin concentration significantly affected the viscosity of syrup. Microbiology test showed that there were no mold in this product and *Escherichia coli* densities were less than 3 MPN /ml while TPCs were $2,0 \times 10^3$ CFU/g. The syrup with 8% fish gelatine was mostly preferred by the panelists because of its color and viscosity. Moisture content, ash content, protein content, and viscosity of this syrup were 38.67%, 0,12%, 11.13%, and 122,60 cPs, respectively.

Key words: binder, fish gelatin, gelatin, syrup, viscosity

Pengantar

Gelatin adalah polimer dari asam amino, yang terdapat dalam kolagen pada jaringan kulit dan tulang hewan (Matz, 1962). Gelatin diperoleh melalui hidrolisis jaringan kulit dan tulang dengan asam atau basa, kemudian didenaturasi menggunakan panas dengan pelarut air. Berdasarkan proses pembuatannya ada dua tipe gelatin yaitu gelatin tipe A dan gelatin tipe B. Gelatin tipe A dibuat melalui proses asam dan mempunyai titik isoelektrik 7.0-9.0 sedangkan gelatin tipe B dibuat melalui proses basa dan mempunyai titik isoelektrik 4.7-5.4 (Anonim, 2004a). Gelatin bisa digunakan sebagai bahan tambahan dalam makanan, minuman, farmasi dan fotografi (Jamilah & Harvinder, 2002). Pada industri

makanan gelatin berfungsi sebagai pembentuk gel dan *whipping agent* dalam permen, penstabil dalam es krim, bahan pengikat dalam pasta gula dan *clarifying agent* dapat dalam anggur (Wijaya, 1998).

Gelatin sebagai bahan pengikat dapat dijumpai dalam sirup yang menggunakan bahan dasar gula pasir. Hal ini dikarenakan gelatin dapat mengikat air dalam jumlah yang besar (Imeson, 1992). Menurut SII (Standar Industri Indonesia, 1981), sirup adalah larutan gula atau sukrosa pekat yang digunakan sebagai bahan minuman dengan atau tanpa ditambahkan asam juga pewarna.

Bahan utama sirup adalah gula pasir atau sukrosa dan air. Gula pasir atau sukrosa memiliki fungsi utama sebagai pemanis

^{*)} Pusat Riset Pengolahan Produk dan Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan. Jl. KS Tubun Petamburan VI Jakarta Pusat 10260 (021) 53650157 – 53650158

^{*)} Penulis untuk korespondensi, E-mail: diah_stari@yahoo.co.id

sedangkan fungsi lainnya adalah sebagai pengawet dan penambah citarasa karena bersifat mengentalkan (Anonim, 2004b). Pada pembuatan sirup dibutuhkan suatu bahan pengikat yang juga berfungsi sebagai pembentuk dan pemantap sistem dispersi homogen, agar tidak terjadi pengendapan pada waktu penyimpanan. Bahan tambahan yang biasa digunakan adalah Carboxy Methyl Cellulosa (CMC). CMC merupakan bahan sintetik yang relatif stabil, pekat, mudah didapat dan murah akan tetapi daya homogenya rendah dan dalam konsentrasi tinggi menyebabkan sirup berlendir dan tidak sempurna (Zatnika & Bachtiar, 1996). Karena gelatin dapat mengikat air sepuluh kali dari beratnya sehingga dapat meningkatkan kekentalan untuk menstabilkan partikel-partikelnya, maka gelatin dapat digunakan sebagai pengganti CMC. Gelatin mempunyai berat molekul yang tinggi sekitar 10.000-50.000, hal ini mengakibatkan derajat polimerisasinya tinggi sehingga larutan yang dihasilkan menjadi kental (Zatnika & Bachtiar, 1996).

Gelatin komersial yang terdapat di pasaran sering diragukan kehalalannya. Hal ini dikarenakan gelatin komersial ada yang terbuat dari tulang babi sedangkan pada kemasan gelatin komersial tidak dijelaskan asal bahan baku pembuatannya. Gelatin dari ikan diharapkan mempunyai sifat yang tidak berbeda jauh dengan gelatin komersial. Sehingga gelatin kulit ikan yang tidak diragukan lagi kehalalannya dapat menggantikan gelatin komersial.

Penggunaan gelatin dalam sirup bertujuan sebagai bahan pengikat air. Menurut Ward & Court (1977) gelatin yang digunakan sebagai bahan pengikat sebesar 1-9%. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi gelatin terhadap kekentalan sirup sehingga sirup yang akan dihasilkan mempunyai nilai kekentalan yang sama

dengan sirup di pasaran yaitu rata-rata sebesar 126,66 cPs.

Bahan dan Metode

Pada penelitian ini digunakan gelatin tulang sapi komersial dari PT. Harum Sari serta gelatin ekstrak kulit ikan kaci-kaci (*Plecthorinchus flavomaculatus*) sebagai bahan pengikat dalam sirup. Ekstraksi gelatin dari kulit ikan dilakukan dengan cara kulit ikan kaci-kaci direndam dalam larutan CaCO_3 3% dan Na_2S 3% (dengan perbandingan kulit dan larutan 1:3) selama 48 jam, lalu dicuci hingga pH 6-7. Kemudian ditambahkan enzim oropon 1% dan amonium sulfat 1% lalu dicuci dengan air hingga bersih. Kulit ikan kaci-kaci yang sudah bersih direndam dalam larutan asam sitrat pada pH 3 selama satu malam lalu dicuci hingga mengembang. Kulit yang telah mengembang lalu diekstrak dengan aquades pada suhu 60°C selama 4 jam. Kemudian filtrat dikeringkan pada oven dengan suhu 50°C dan dihasilkan gelatin ikan. Kemudian gelatin yang digunakan sebagai binder dalam sirup dianalisa. Analisa gelatin meliputi kadar air, kadar abu, kadar lemak, kadar protein, titik beku, titik leleh, viskositas dan kekuatan gel.

Sirup dibuat dengan memanaskan satu liter air sampai suhu $90-95^\circ\text{C}$ lalu dimasukkan gula sebanyak 700g/l dan diaduk pada suhu $80-85^\circ\text{C}$ selama 20 menit. Gelatin dilarutkan dahulu dengan menggunakan air pada suhu 60°C lalu ditambahkan dengan konsentrasi 4, 6, 8 dan 10% dalam larutan gula. Bila suhu larutan telah turun menjadi $70-75^\circ\text{C}$, ditambahkan 7 g/l asam sitrat, 0,5 g/l natrium benzoat dan 0,07g/l pewarna-essen. Sirup disaring dan dimasukkan dalam botol yang telah disterilkan menggunakan autoclaf pada suhu 121°C tekanan 1 atm selama 15 menit.

Parameter sirup yang diamati meliputi kadar air, kadar abu, kadar protein (metode khjeldal) (AOAC, 1999), viskositas meng-

gunakan alat viskometer (Brookfield model RVDV –II+), dan uji organoleptik (Rahayu, 2001). Uji mikrobiologi yang dilakukan meliputi analisa terhadap *Escherichia coli*, kapang dan *total plate count* (TPC).

Percobaan dirancang dengan menggunakan 4 variasi konsentrasi dengan 3 kali ulangan. Data yang didapat dianalisis menggunakan analisis varians ($\alpha=0,05$) dan bila hasilnya berbeda nyata akan dilanjutkan dengan uji perbandingan berganda Beda Nyata Jujur (BNJ) untuk mengetahui perbedaan perlakuan.

Hasil dan Pembahasan

Hasil analisa gelatin ikan dari kulit kaci-kaci (*Plecthorinchus flavomaculatus*) dan gelatin komersial dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik gelatin komersial dan gelatin ikan

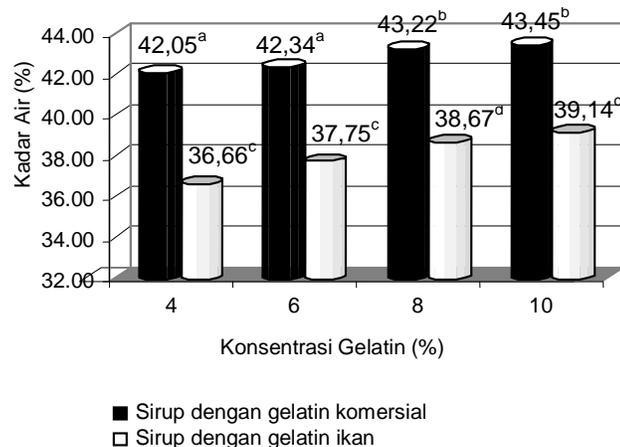
Parameter	Gelatin komersial	Gelatin ikan
Kadar air (%)	11,66	10,23
Kadar abu (%)	1,66	1,14
Kadar lemak (%)	0,23	0,86
Kadar protein (%)	85,99	81,25
Titik beku (°C)	19,50	20,60
Titik leleh (°C)	29,60	28,30
Viskositas (cPs)	5,90	5,50
Kekuatan gel (g/bloom)	328,58	225,46
Prolin (%)	15,90	10,04
Hidroksiprolin (%)	10,15	6,89

Kadar air

Kadar air sirup yang menggunakan gelatin komersial dan gelatin ikan dengan konsentrasi 4, 6, 8 dan 10% berkisar antara 39,14-43,22%. Nilai tertinggi dimiliki oleh sirup yang ditambah gelatin komersial dengan konsentrasi 10% dan kadar air terendah dimiliki oleh sirup yang ditambah gelatin ikan dengan konsentrasi sebesar 4% (Gambar 1).

Hasil analisis varians ($\alpha=0,05$) menunjukkan bahwa perbedaan jenis dan konsentrasi gelatin memberikan pengaruh nyata terhadap kadar air dalam sirup. Hasil uji lanjut BNJ menunjukkan bahwa perlakuan jenis gelatin berbeda nyata untuk tiap perlakuan sedangkan perlakuan penambahan gelatin 4 dan 6% tidak memberikan pengaruh yang nyata pada kadar air sirup, sedangkan perlakuan penambahan gelatin 8 dan 10% memberikan pengaruh nyata terhadap kadar air sirup.

Semakin tinggi konsentrasi gelatin dalam sirup, kadar air sirup semakin tinggi. jika gelatin dipanaskan dengan penambahan air, maka akan terjadi ikatan menyilang pada kedua rantai peptida gelatin. Ikatan menyilang terjadi antara gugus karboksil dari asam amino dan distabilkan dengan ikatan hidrogen (Stainsby, 1977) .



Gambar 1. Kadar air sirup dengan penambahan gelatin pada berbagai konsentrasi

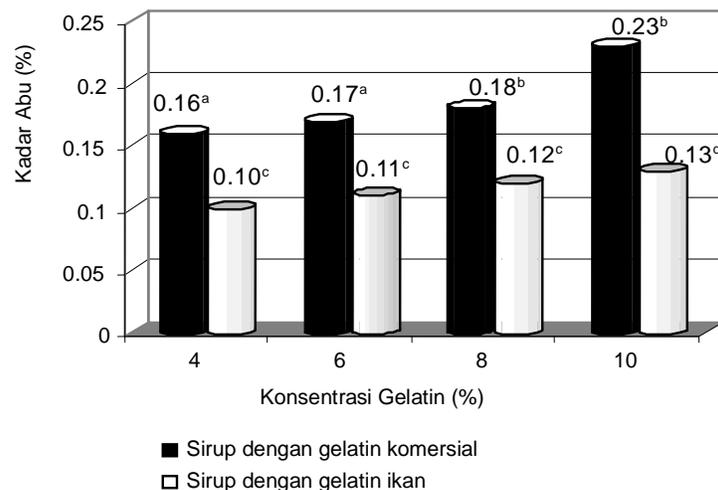
Semakin tinggi konsentrasi gelatin yang ditambahkan pada sirup maka semakin banyak asam amino yang akan mengikat air sehingga mengurangi jumlah air yang terbebas. Ledward (2000) menyatakan bahwa komposisi asam amino mempengaruhi kemampuan gelatin untuk mengikat air. Asam amino prolin dan hidroksiprolin menentukan kemampuan gelatin untuk mengikat air. Ikatan hidrogen terjadi di gugus karbonil prolin dan hidroksiprolin. Kandungan prolin dan hidroksiprolin dari gelatin ikan lebih rendah bila dibandingkan dengan gelatin dari sapi. Hal ini ditunjukkan pada analisa gelatin ikan mengandung 10,04% prolin dan 6,89% hidroksiprolin, sedangkan gelatin komersial mengandung 15,90% prolin dan 10,15% hidroksiprolin. Astawan *et al.* (2002) menyatakan bahwa sukrosa dalam larutan gelatin dapat meningkatkan kestabilan ikatan hidrogen yang terbentuk di antara molekul gelatin.

Kadar abu

Rata-rata kadar abu untuk sirup gelatin berkisar antara 0,10-0,23%. Nilai tertinggi dimiliki oleh sirup yang menggunakan gelatin komersial dengan konsentrasi 10% dan nilai terkecil dimiliki oleh sirup yang menggunakan gelatin ikan dengan konsentrasi 4% (Gambar 2).

Hasil analisis varians ($\alpha=0,05$) menunjukkan bahwa perbedaan jenis dan konsentrasi gelatin berbeda nyata terhadap kadar abu dalam sirup. Hasil uji lanjut BNJ menyatakan bahwa perlakuan jenis gelatin berbeda nyata untuk setiap perlakuan sedangkan perlakuan penambahan gelatin komersial 4 dan 6% tidak berbeda nyata tetapi untuk penambahan gelatin komersial 8 dan 10% memberikan pengaruh yang nyata terhadap kadar abu sirup. Penambahan gelatin ikan 4, 6 dan 8% tidak memberikan pengaruh yang nyata pada kadar abu sirup sedangkan penambahan gelatin ikan 10% memberikan pengaruh yang nyata pada kadar abu sirup.

Abu yang terdapat dalam sirup diduga merupakan akumulasi dari kadar abu gelatin. Semakin tinggi konsentrasi gelatin dalam sirup, kadar abu dalam sirup semakin tinggi. Jenis gelatin yang digunakan juga mempengaruhi kadar abu sirup. Jumlah abu gelatin komersial lebih tinggi dibandingkan dengan abu gelatin ikan (Tabel 1), sehingga sirup dengan penambahan gelatin komersial memiliki abu yang lebih tinggi dibandingkan dengan sirup yang ditambah gelatin ikan. Hal ini diduga karena gelatin komersial terbuat da-



Gambar 2. Kadar abu sirup dengan penambahan gelatin pada berbagai konsentrasi

ri tulang sapi yang memiliki kandungan mineral yang lebih tinggi dibandingkan dengan kulit ikan.

Kadar protein

Rata-rata kadar protein untuk sirup gelatin berkisar antara 10,54-14,95%. Kandungan protein tertinggi dimiliki oleh sirup yang ditambahkan gelatin komersial dengan konsentrasi 10% dan terendah pada sirup yang ditambahkan gelatin ikan dengan konsentrasi 4% (Gambar 3).

Hasil analisis varians ($\alpha=0,05$) menunjukkan bahwa perbedaan jenis dan konsentrasi gelatin berpengaruh nyata terhadap kadar protein dalam sirup. Berdasarkan hasil uji lanjut BNJ diketahui bahwa perlakuan jenis gelatin berbeda nyata untuk tiap perlakuan sedangkan perlakuan penambahan gelatin 4 dan 6% tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap kadar protein dalam sirup, sedangkan penambahan gelatin 8 dan 10% memberikan pengaruh yang nyata untuk kadar protein dalam sirup.

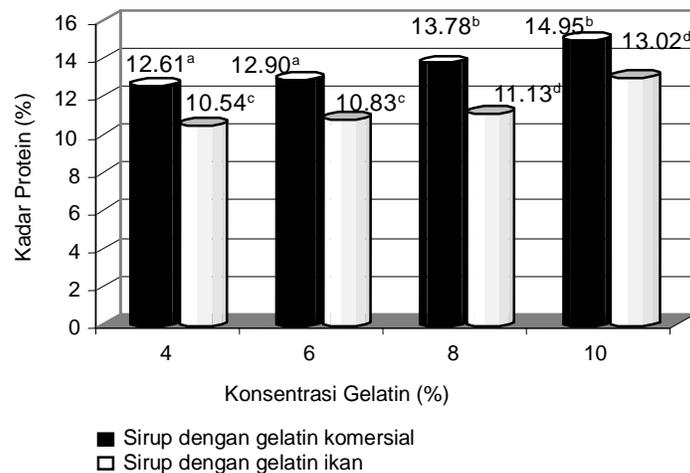
Semakin tinggi konsentrasi gelatin maka semakin tinggi kadar protein dalam sirup. Hal ini dapat dibuktikan dari penampakan fisik dimana semakin meningkatnya konsentrasi gelatin dalam sirup semakin kental larutan yang dihasilkan akibat pro-

ses pembentukan gel gelatin (*gelatation*). *Gelatation* melibatkan penataan ulang intramolekul dari asam amino. Semakin banyak asam amino yang mengalami penataan ulang maka semakin besar *gelatation* yang terjadi sehingga larutan yang dihasilkan semakin kental (Ridgway, 1987).

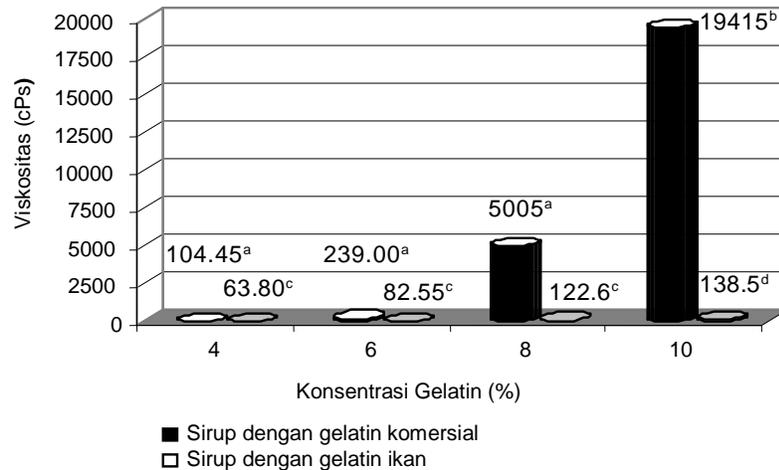
Viskositas

Rata-rata viskositas pada sirup gelatin berkisar antara 63,80-19415,00 cPs. Rata-rata viskositas tertinggi pada sirup yang ditambah gelatin komersial dengan konsentrasi 10% dan viskositas terendah pada sirup yang ditambah gelatin ikan dengan konsentrasi 4% (Gambar 4).

Hasil analisis varians ($\alpha=0,05$) menunjukkan bahwa perbedaan jenis, konsentrasi gelatin dan interaksi antara masing-masing perlakuan berbeda nyata terhadap viskositas dalam sirup. Hasil uji lanjut BNJ menunjukkan bahwa perlakuan jenis gelatin berbeda nyata untuk tiap perlakuan, sedangkan perlakuan konsentrasi penambahan juga menunjukkan perbedaan yang nyata untuk tiap konsentrasi penambahan terhadap viskositas sirup. Interaksi antara perlakuan jenis gelatin dan konsentrasi penambahan gelatin juga memberikan pengaruh yang nyata terhadap viskositas



Gambar 3. Kadar protein sirup dengan penambahan gelatin pada berbagai konsentrasi



Gambar 4. Viskositas sirup dengan penambahan gelatin pada berbagai konsentrasi

sirup. Penambahan gelatin pada konsentrasi 4, 6 dan 8% tidak berbeda nyata sedangkan untuk penambahan gelatin dengan konsentrasi 10% berbeda nyata.

Penambahan variasi konsentrasi gelatin dalam sirup dapat meningkatkan viskositas sirup (Stainsby, 1977). Selain itu, jenis gelatin yang ditambahkan juga mempengaruhi viskositas sirup. Dari Gambar 4 dapat dilihat bahwa kekuatan gel dan viskositas gelatin komersial lebih besar dari gelatin ikan. Kekuatan gel menunjukkan kemampuan gelatin dalam mengikat air dan kekuatan gel gelatin selalu berbanding lurus dengan viskositas (Astawan *et al.*, 2002).

Penyerapan air atau pembentukan gel terjadi karena pengembangan molekul gelatin pada waktu pemanasan. Panas akan membuka ikatan-ikatan pada molekul gelatin dan cairan yang semula bebas akan terperangkap dalam struktur sehingga meningkatkan viskositas larutan (Stainsby, 1977). Ikatan ini melibatkan gugus karboksil dan gugus amino yang distabilkan oleh ikatan hidrogen. Nilai viskositas sirup dengan gelatin komersial lebih tinggi dibandingkan dengan gelatin ikan karena kadar protein dan kandungan asam amino pada gelatin komersial lebih besar dibandingkan gelatin ikan (Tabel 1).

Uji organoleptik

Uji organoleptik sirup dengan penambahan gelatin adalah berupa uji kesukaan yang meliputi warna, bau, rasa dan penampakan dengan skala hedonik 1-5. Sampel yang diuji adalah sirup dengan penambahan gelatin ikan 4-10%. Sedangkan sirup dengan penambahan gelatin komersial tidak diuji sebab uji organoleptik dilakukan pada hari ke-2 setelah pembuatan sirup dan sirup yang menggunakan penambahan gelatin komersial kesemuanya menjendal membentuk jelly. Hal ini dimungkinkan karena ikatan asam amino pada gelatin komersial yang terbuat dari sapi lebih kompleks dan lebih kuat dibandingkan dengan ikatan asam amino pada gelatin ikan. Sehingga sewaktu pembentukan *gelation*, antara ikatan hidrogen dengan asam amino pada larutan gelatin komersial lebih stabil. Hasil uji organoleptik dianalisis dengan menggunakan metode Kruskal Wallis.

Uji Kruskal Wallis organoleptik terhadap warna menunjukkan perbedaan nyata antara satu dengan lainnya. Nilai rata-rata untuk warna berkisar 2,14-4,00. Berdasarkan uji di atas diketahui bahwa warna sirup yang paling diminati adalah sirup dengan konsentrasi gelatin ikan sebesar 10% (4,00) dan yang kurang diminati adalah sirup gelatin ikan dengan

konsentrasi 4% (2,14). Semakin tinggi konsentrasi gelatin yang ditambahkan, semakin gelap warna sirup, hal ini dipengaruhi oleh pigmen dari kulit ikan yang belum bisa hilang secara keseluruhan. Hal tersebut ditunjukkan dengan warna gelatin ikan yang lebih gelap dibandingkan gelatin komersial. Panelis lebih menyukai sirup dengan kadar gelatin yang lebih tinggi karena warnanya lebih tajam.

Uji Kruskal Wallis menunjukkan bau sirup yang mengandung gelatin berbeda nyata antara satu dengan yang lainnya. Nilai rata-rata untuk bau berkisar antara 2,29-3,07. Uji organoleptik menunjukkan sirup dengan konsentrasi gelatin ikan sebesar 4% lebih disukai (3,07) sedangkan yang kurang disukai adalah sirup yang mengandung gelatin ikan dengan konsentrasi sebesar 10% (2,29). Hal tersebut disebabkan semakin tinggi konsentrasi gelatin ikan, semakin menyengat bau ikan yang dihasilkan.

Uji Kruskal Wallis terhadap rasa menunjukkan beda nyata antara satu dengan yang lainnya. Nilai rata-rata untuk rasa berkisar antara 1,93-2,93. Hasil tersebut menyatakan bahwa rasa sirup yang paling disukai adalah sirup dengan penambahan gelatin ikan sebesar 4% (2,93) dan yang kurang disukai adalah sirup dengan konsentrasi gelatin ikan 10% (1,93). Hasil analisis menunjukkan bahwa minat panelis semakin menurun dengan meningkatnya konsentrasi gelatin ikan dalam sirup. Hal ini disebabkan semakin

tinggi konsentrasi gelatin ikan, sirup semakin berasa amis.

Uji Kruskal Wallis untuk penampakan sirup dengan gelatin ikan tidak menunjukkan beda nyata. Nilai rata-rata untuk penampakan berkisar antara 2,04 sampai 2,71. Penampakan sirup yang paling disukai panelis adalah sirup dengan kadar gelatin ikan sebesar 8% (2,71) dan yang kurang disukai adalah sirup dengan kadar gelatin ikan sebesar 6% (2,05).

Berdasarkan hasil rangking penerimaan panelis secara keseluruhan diketahui bahwa sirup dengan penambahan gelatin ikan 8% paling disukai, dengan karakteristik kadar air 38,67%, kadar abu 0,12%, kadar protein 11,13% dan viskositas 122,60 cPs. Hal ini disebabkan kekentalan dan warnanya lebih sesuai dengan selera panelis. Sedangkan untuk sirup yang kurang disukai oleh panelis adalah sirup yang mengandung gelatin ikan yang konsentrasinya sebesar 10%.

Uji mikrobiologi

Berdasarkan hasil uji mikrobiologi dapat diketahui bahwa sirup yang diproduksi tidak mengandung kapang. Sedangkan kandungan TPC berkisar antara $2,0 \times 10^3$ - $4,2 \times 10^5$ CFU/g dan *E. coli* <3 MPN/ ml (Tabel 2).

Sirup tidak mengandung kapang dan kandungan *E. coli* sangat kecil. Hal ini karena dalam proses pembuatan sirup ditambahkan natrium benzoat dan asam

Tabel 2. Total kepadatan (TPC), *E. coli* dan kapang pada sirup yang ditambah gelatin pada berbagai konsentrasi

Perlakuan	TPC (CFU/g)	<i>E. Coli</i> (MPN/ml)	Kapang
Sirup dengan gelatin komersial 4%	3.1×10^3	<3	-
Sirup dengan gelatin komersial 6%	8.7×10^4	<3	-
Sirup dengan gelatin komersial 8%	4.8×10^4	<3	-
Sirup dengan gelatin komersial 10%	3.4×10^3	<3	-
Sirup dengan gelatin ikan 4%	4.2×10^5	<3	-
Sirup dengan gelatin ikan 6%	9.8×10^3	<3	-
Sirup dengan gelatin ikan 8%	2.0×10^3	<3	-
Sirup dengan gelatin ikan 10%	3.7×10^3	<3	-

sitrat yang dapat menghambat pertumbuhan kapang dan mikroorganisme. Selain itu, peralatan dan botol yang digunakan telah disterilkan dengan menggunakan autoklaf.

Kesimpulan

1. Gelatin ikan mempunyai sifat sebagai pengikat air sehingga dapat digunakan sebagai bahan pengikat pada sirup.
2. Viskositas sirup yang ditambahkan gelatin komersial 4% (104,45 cPs) gelatin ikan 8% (122,6 cPs) dan 10% (138,5 cPs) memiliki nilai viskositas yang lebih mendekati nilai rata-rata viskositas sirup di pasaran yaitu 126,66 cPs.
3. Uji kruskal wallis menyatakan sirup yang ditambahkan gelatin ikan 8% lebih disukai, dengan karakteristik kadar air 38,67%, kadar abu 0,12%, kadar protein 11,13% dan viskositas 122,60 cPs.

Daftar Pustaka

- Anonim. 2004a. Fish gelatin. <http://www.warintek.com>. Diakses tanggal 21 Desember 2004.
- Anonim. 2004b. Teknologi pembuatan sirup. <http://www.warintek.com>. Diakses tanggal 10 Mei 2005.
- Astawan, M., P.Hariyadi, dan A. Mulyani. 2002. Analisis sifat reologi gelatin dari kulit ikan cucut. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. XIII(1): 38-46.
- AOAC. 1999. Official methods of analysis of AOAC international food composition; additives; natural contaminants. Sixteenth edition. Vol.II. Published by AOAC: 1-17.
- Imeson, A. 1992. Thickening and gelling agents for food. Blackie Academic and Professional. London: 99-123.
- Jamilah, B. and K.G. Harvinder. 2002. Properties of gelatins from skins of fish-black tilapia (*Oreochromis mossambicus*) and red tilapia (*Oreochromis Nilotica*). *Food chemistry*: 81-84
- Ledward. 2000. Hydrocolloid book. Woodhead Publishing. Cambridge. England. 67-86.
- Matz, A. S. 1962. Food texture. AVI Publishing Company. New York. 67 p.
- Rahayu, P.W. 2001. Penuntun praktikum penilaian organoleptik. Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi IPB. 80 p.
- Ridgway. K. 1987. Hard capsules development and technology. The Pharmaceutical Press. London.
- SII 0418-81. 1981. Sirup Glukosa. Badan Standarisasi Indonesia. Jakarta.
- Stainsby, G. 1977. The physical chemistry of gelatin in solution. *In: The science and technology of gelatin*. A.G. Ward and A. Courts (Eds). Academic Press. London.: 109-135.
- Ward, A. G. and A. Courts. 1977. The science and technology of gelatin, Academic Press.
- Wijaya, A. S. 1998. The effect of protein concentration and pH on the bloom strength of gelatin. *Giyatana Majalah Ilmiah teknologi Pertanian*. Universitas Udayana. 4(1):36-43.
- Zatnika, A. dan Y. Bachtiar. 1996. Pengaruh bahan penstabil asam alginat dan CMC dalam pembuatan sirup markisa. *Warta APBIRI*. II: 6-11.